

---

Abgabe: 28. März 2022

## Serie 04

### Aufgabe 1: Gütefaktor

Die Energie eines schwach gedämpften harmonischen Oszillators mit Kreisfrequenz  $\omega_0$  ist nach 50 Schwingungen auf 50 % seiner Anfangsenergie abgefallen.

*Hinweis: Sie können Näherungen verwenden, die im Falle schwacher Dämpfung  $\gamma \ll 1/T$  gelten*

- a) Berechnen Sie die Dämpfungsrate  $\gamma$  des Oszillators in Abhängigkeit der Schwingungsperiode  $T$ .
- b) Berechnen Sie den Gütefaktor des Oszillators.

Der Oszillator werde nun periodisch getrieben und weist nahe  $\omega_0$  eine Resonanz auf.

- c) Berechnen Sie die Resonanzbreite  $\Delta\omega$  in Abhängigkeit der Kreisfrequenz  $\omega_0$ .

### Aufgabe 2: Geigenstimmen

Beim Stimmen eines Geigenduos gibt der erste Geiger sein A (440 Hz) an. Nun spielt der zweite Geiger sein A dazu. Das Resultat ist ein Ton, der mit einer Frequenz von 3 Hz seine Lautstärke ändert. Wie kommt diese Lautstärkeänderung zustande und wie kann der zweite Geiger vorgehen, um sie zu beheben?

### Aufgabe 3: Gekoppelte Schwingung

Eine Masse  $M$  sei über zwei identische Federn mit Federkonstanten  $k$  an zwei weitere Massen  $m$  gekoppelt, siehe Abb. 1(a). Die  $x$ -Koordinaten der Massen werden mit  $x_1$ ,  $x_2$ , und  $x_3$  bezeichnet. Die Länge der Federn in der Ruhelage sei  $l_0$ .

*Hinweis:  $x_1$ ,  $x_2$ , und  $x_3$  stellen Ortskoordinaten dar. Alternativ kann die Aufgabe auch durch alleinige Betrachtung der Auslenkungen  $\Delta x_1$ ,  $\Delta x_2$ ,  $\Delta x_3$  der Massen aus ihren Ruhelagen gelöst werden.*

- a) In der symmetrischen Schwingungsmode bleibt die Masse  $M$  in Ruhe und die beiden Massen  $m$  schwingen entgegengesetzt mit gleicher Amplitude, siehe Pfeile in Abb. 1(b). Bestimmen Sie die Resonanzfrequenz der symmetrischen Schwingungsmode.
- b) In der asymmetrischen Schwingungsmode schwingen die beiden Massen  $m$  gleichphasig mit gleicher Amplitude, aber entgegengesetzt zu Masse  $M$ , siehe Pfeile in Abb. 1(c). Berechnen Sie die Resonanzfrequenz der asymmetrischen Schwingungsmode.  
*Hinweis: Stellen Sie die Bewegungsgleichung für alle drei Massen auf und verwenden Sie dann, dass die auf die erste und dritte Masse wirkenden Kräfte gleich gross sind.*
- c) Vergleichen Sie die beiden Resonanzfrequenzen allgemein und für die beiden Fälle  $M = m$  und  $M \gg m$ .

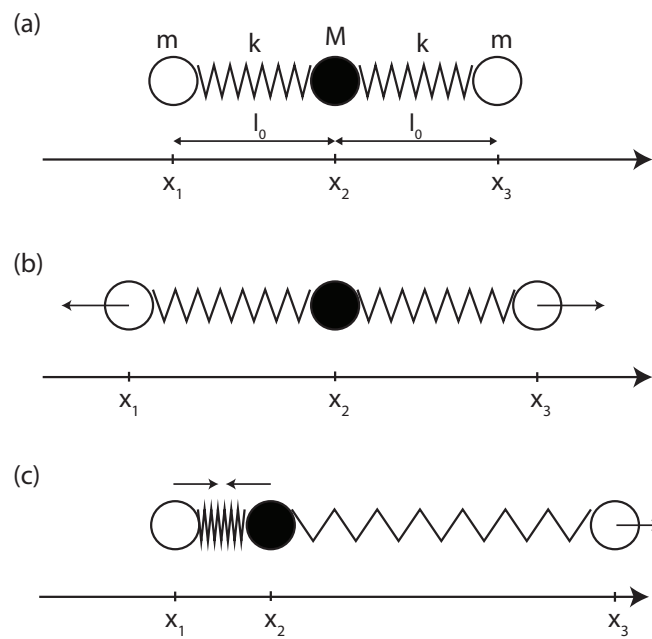


Abbildung 1: (a) Ruhelage. (b) Symmetrische Schwingungsmode. (c) Asymmetrische Schwingungsmode